

Orientierungsstudium MINTgrün

Stefan Born

Institut für Mathematik, TU Berlin



Warum ein Orientierungsstudium an der TUB?

Studienabbruch

Faktum: Hohe Studienabbrecherzahlen in den MINT-Fächern.

Fächergruppe	Abbrüche bei Studienanfänger/-innen	
	2006/2007	2008/2009
Mathematik / Naturwissenschaften	39%	39%
Ingenieurwissenschaften	48%	36%
Alle Fächergruppen	35%	33%

Entwicklung der Studierendenzahlen:

2001/2002 2013/2014
1.868.229 2.616.881

[Quellen: DZHW -Studienabbruchstudie 2014, Abbildung A 2; HRK-Statistik zu Studienangeboten 1/2013]

Studienabbruch

Analyse der Gründe, exemplarisch: (Fakultät III der TUB, Studie von [Silke Müllers et al., TUB, 2009])

Die allerwichtigsten Gründe waren:

- falsche Studienentscheidung
- berufliche Neuorientierung

Studienabbruch

Analyse der Gründe, exemplarisch: (Fakultät III der TUB, Studie von [Silke Müllers et al., TUB, 2009])

Die allerwichtigsten Gründe waren:

- falsche Studienentscheidung
- berufliche Neuorientierung

 bessere Orientierung vor dem Studium wünschenswert

Studienabbruch

- unübersichtliche Studienorganisation
- zeitliche Überforderung (vor allem bei Erwerbstätigen)
- misslungene soziale Einbindung

Studienabbruch

- unübersichtliche Studienorganisation
- zeitliche Überforderung (vor allem bei Erwerbstätigen)
- misslungene soziale Einbindung



Studienabbruch

- unübersichtliche Studienorganisation
- zeitliche Überforderung (vor allem bei Erwerbstätigen)
- misslungene soziale Einbindung



Kleine Bemerkung: Abbruchquote bei Frauen deutlich kleiner

Studienabbruch

- vermehrte Prüfungsmisserfolge (besonders: Mathematik)
- Qualität der Lehre ('Lehrstoff nicht vermittelt', 'wenig Praxisbezug')
- 23 % gaben an: falsche Einschätzung des eigenen Wissens

Studienabbruch

- vermehrte Prüfungsmisserfolge (besonders: Mathematik)
- Qualität der Lehre ('Lehrstoff nicht vermittelt', 'wenig Praxisbezug')
- 23 % gaben an: falsche Einschätzung des eigenen Wissens

Schulwissen?

Unzufriedenheit mit der Lehre

Abbildung 21: Beurteilung von Lehrenden und Lehre nach Leistungsdefiziten
(Werte 1 und 2 auf vierstufiger Skala; 1=trifft vollkommen zu 2=trifft eher zu)

Beurteilung von Lehrenden und Lehre	Leistungsdefizite	
	vermehrte Leistungsdefizite	wenig Leistungsdefizite
Schlechte Erklärung des Lehrstoffs	60%	50%
Unklare Leistungsanforderungen bzgl. der Prüfungen	75%	37,5%
Von Lehrenden ungerecht behandelt gefühlt	37,5%	6,2%
Lehrende haben kaum bei Fragen geholfen	43,7%	56,2%
Unzufriedenheit mit den Lehrenden	43,8%	42,1%
Schlechte Lehrveranstaltungen	43,8%	52,7%
Ungenügende Vermittlung des Lehrstoffs	68,8%	62,5%

Kleines Intermezzo: Rolle der Mathematik

Scheitern an Mathematik

- Hauptlast in den ersten beiden Semestern (für Ing., Phys.)
- heftiger Kontrast zur Schulmathematik
- fehlende Grundlagen ?
- „zu viel, zu schnell, zu abstrakt“

Scheitern an Mathematik

- Hauptlast in den ersten beiden Semestern (für Ing., Phys.)
- heftiger Kontrast zur Schulmathematik
- fehlende Grundlagen ?
- „zu viel, zu schnell, zu abstrakt“

Andererseits schaffen doch die meisten Studierenden ihre Prüfungen in Analysis und linearer Algebra im 2. oder 3. Anlauf.

Praxisbezug in der Mathematik-Lehre

Mehr Praxisbezug in der Mathematik-Lehre?

Praxisbezug in der Mathematik-Lehre

Mehr Praxisbezug in der Mathematik-Lehre?

aber:

- gemeinsame Vorlesung für alle Ing.
- praxisbezogene Beispiele „zusätzliche Schwierigkeit“

Praxisbezug in der Mathematik-Lehre

Mehr Praxisbezug in der Mathematik-Lehre?

aber:

- gemeinsame Vorlesung für alle Ing.
- praxisbezogene Beispiele „zusätzliche Schwierigkeit“

 **Modellierung** könnte motivierend sein, bräuchte aber zusätzliche begleitende Veranstaltungen (Zeit, Geld)

Mathematik als Problemlösen

Problemlösen oder bloße Technik?

Studienanfänger kennen Mathematik als
„**Aufgaben rechnen**“,
nicht als
ergebnisoffenes Problemlösen.

⇒ ?

Mathematik als Problemlösen

Problemlösen oder bloße Technik?

Studienanfänger kennen Mathematik als
„**Aufgaben rechnen**“,
nicht als
ergebnisoffenes Problemlösen.

⇒ ?

Mathematisches Problemlösen nötig / motivierend auch für
Ingenieure ?

Mathematik als Problemlösen

Problemlösen oder bloße Technik?

Studienanfänger kennen Mathematik als
„**Aufgaben rechnen**“,
nicht als
ergebnisoffenes Problemlösen.

⇒ ?

Mathematisches Problemlösen nötig / motivierend auch für
Ingenieure ?

Lässt die Vermittlung des Kanons dafür Zeit ?

Weiter mit der allgemeinen Problemlage

Studierende werden jünger

Mehr sehr junge Studienanfänger:

- 12-jähriges Abitur
- Ende der Wehrpflicht
- frühere Einschulung

⇒ Studienentscheidung vielleicht schwieriger ?

Mehr Studienangebote

Entwicklung der Studienangebote in Deutschland

Semester	insgesamt	Bachelor	Master	staatl./kirchl.	sonst.
WiSe 2007/08	11.265	4.108	2.778	2.218	2.161
WiSe 2008/09	12.298	5.230	4.004	1.924	1.140
WiSe 2009/10	13.131	5.680	4.725	1.922	804
WiSe 2010/11	14.094	6.047	5.502	1.905	640
WiSe 2011/12	15.278	6.826	6.207	1.710	535
WiSe 2012/13	16.082	7.199	6.735	1.726	422
WiSe 2013/14	16.634	7.477	7.067	1.698	392
WiSe 2014/15	17.437	7.685	7.689	1.703	360

[HRK-Statistik zu Studienangeboten 2013/1 und WiSe 2014/15]

Gesellschaft, I

Laut HIS, 2009 beginnen

- 77% der Kinder aus Akademikerfamilien
- 23% der Kinder aus Nicht-Akademikerfamilien
ein Studium.

Gesellschaft, II

Anteil der Frauen unter den Stud.

	2013/14	2012/13	2011/12
TUB:			
alle Studiengänge	32%	32%	32%
MINT-Fächer	28%	28%	27%
Deutschland:			
alle Studiengänge	48%	44%	47%
MINT-Fächer	29%	29%	29%

[Studierendenstatistik TUB; BMBF, Tabelle 2.5.21]

Fokus

Bei der Beantragung von MINTgrün (Qualitätspakt Lehre):

- Studienentscheidung schwierig
- Studieneingangsphase schwierig

Fokus

Bei der Beantragung von MINTgrün (Qualitätspakt Lehre):

- Studienentscheidung schwierig
- Studieneingangsphase schwierig

In dieser Analyse wird **Studierfähigkeit** nicht bezweifelt.

Orientierungsstudium MINTgrün

Ziele von MINTgrün

- Erhöhung des Studienerfolgs, Senken der Abbruchzahlen
- mehr Interesse für MINT-Fächer wecken
- Motivationssteigerung bei Studierenden und Lehrenden
- Erhöhung des Frauenanteils in MINT-Fächern
- Ermöglichen einer fundierten Studienwahlentscheidung

Adressaten

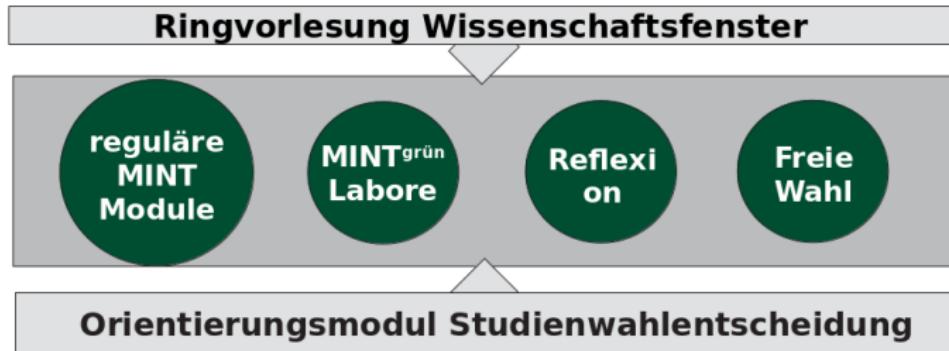
MINTgrün ist ein **zweisemestriges Orientierungsstudium**.

Es wendet sich an Studienanfänger/innen, die

- nicht wissen welches MINT-Fach sie studieren wollen
- zweifeln, ob sie überhaupt eines studieren wollen
- zweifeln, ob sie überhaupt studieren wollen

Aufbau

Studienfahrt zu Studienbeginn



Abschlusstage zum Studienende

Projektlabore → Studienreform in der Studieneingangsphase durch neue Lehrformate

Diese **Ringvorlesung** ist als **Pflichtveranstaltung** deklariert.

- Vorstellung von Fachbereichen, Forschungsgebieten
- anfangs nehmen die meisten teil, langfristig die Hälften
- Studierendenprojekte stellen sich vor (Semesterende)

Orientierungsmodul

Studienberatung als **Pflichtmodul**.

Diverse Formate:

- Informationsveranstaltungen für alle
- seminarähnliche Form in kleinen Gruppen (10-20 P.)
- Einzelgespräche (kaum genutzt, Kapazität nicht vorhanden)

Die allermeisten nehmen teil.

Zusätzliche Angebote

Zusätzlich werden angeboten:

- Mentoring
- Mathematik-Beratung (durch studentische Tutoren/innen)

Zusätzliche Angebote

Zusätzlich werden angeboten:

- Mentoring
- Mathematik-Beratung (durch studentische Tutoren/innen)

Etwa 10-20 % nehmen diese Angebote wahr.

Projektlabore

Besondere Projektlabore von MINTgrün

- mathematisch-naturwissenschaftliche Labor 'Mathesis'
- Robotik-Labor
- Umweltlabor
- Konstruktionslabor 'Kreativität und Technik'

Weitere Labore ab Herbst 2015:

- Strömungstechnisches Projekt
- Gender in Natur- und Technikwissenschaften
- Artefakte der Wissenschafts- und Technikgeschichte
- Chemie im Alltag

Thema Nachhaltigkeit

Deshalb: MINT **grün**

Adressaten: Auch „nicht klassische MINT-Studierende“

- kommt direkt in der Ringvorlesung vor
- Gegenstand des Umweltlabors
- indirekt in der Reflexion in anderen Laboren

Thema Nachhaltigkeit

Deshalb: MINT **grün**

Adressaten: Auch „ nicht klassische MINT-Studierende “

- kommt direkt in der Ringvorlesung vor
- Gegenstand des Umweltlabors
- indirekt in der Reflexion in anderen Laboren
- ... vielleicht zu wenig, um den Namen zu rechtfertigen ?

- Vollzeitstudium (Immatrikulationsbescheinigung, Semesterticket)
- keine Anrechnung als Wartesemester möglich
- nicht geeignet um NC – Grenzen zu umgehen
- BAföG-Berechtigung
- bestandene Module anrechenbar im späteren Studium
- finanziert bis 2016 durch HSP III (und TU Berlin)

Evaluation

Aus den Eingangsbefragungen

	2012/13	2013/14	2014/13	2015/16
Anzahl	77	177	323	412
Frauenanteil	21%	33%	34 %	36 %
Alter Ø	20 J.	19,8 J.	19,2 Jahre	?
will stud.	86%	86%	88%	87 %
will MINT stud.	44%	48%	41%	40%
HZB	Abitur	Abitur	Abitur	Abitur
aus B+BB	78%	71%	76%	81,5%
BAFöG	20 %	19%	19%	15%

Weitere Daten aus drei Jahren

Gesamtzahlen aus den ersten 3 Jahrgängen

Notenspektrum HZB	1,0-3,7
Notendurchschnitt HZB	2,3
Häufigste Note HZB	2,2
Spektrum Alter	16-35
Spektrum erworbener ECTS-Punkte	0-73
Notendurchschnitt bei Prüfungen	ca. 1 Note besser als normal

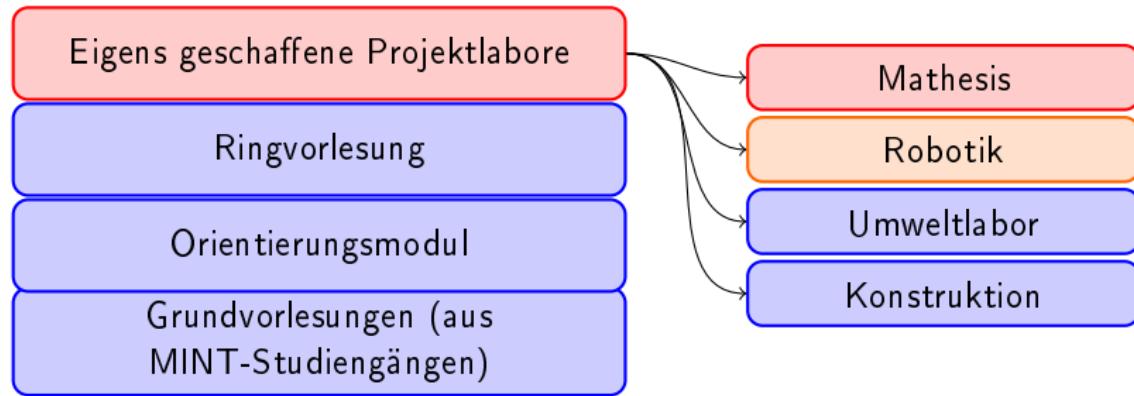
Nicht eingetretene Befürchtungen

Erfreulich:

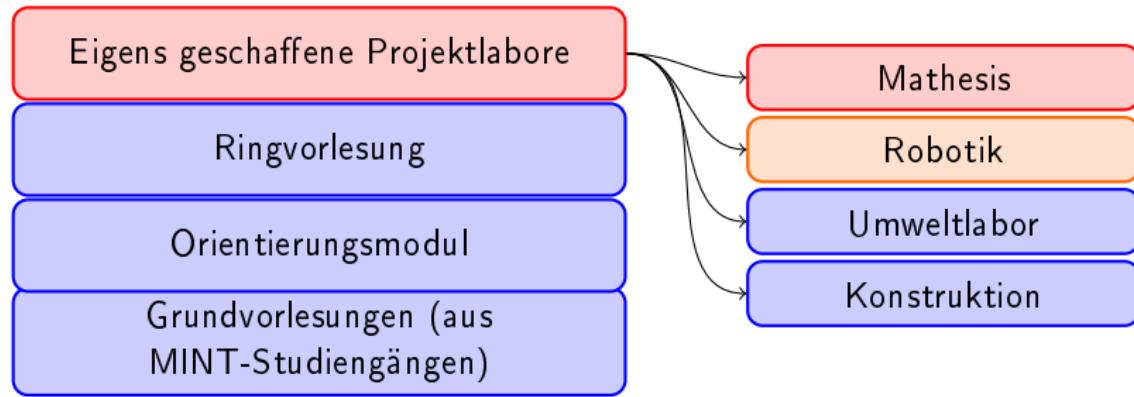
- kein Parkstudium
- kein unstetes „Hüpfen“

Das mathematisch-naturwissenschaftliche Labor Mathesis

Ein Projektlabor



Ein Projektlabor



Wahlpflicht!

Grundideen:

- selber **selbst gewählte** Probleme lösen
- Bezug zu Modellen (Naturwissenschaft, Technik)
- Bezug zu Phänomenen
- experimentelle (induktive) Annäherung an die Gegenstände
- selbstständig oder mit Hilfe die notwendige Matematik erarbeiten

Grundideen:

- selber **selbst gewählte** Probleme lösen
- Bezug zu Modellen (Naturwissenschaft, Technik)
- Bezug zu Phänomenen
- experimentelle (induktive) Annäherung an die Gegenstände
- selbstständig oder mit Hilfe die notwendige Matematik erarbeiten
- **Forschendes Lernen**

Anspruch

zunehmende Selbständigkeit



Selbst gewählte Projekte

Projektwahl

Vorgeschlagene Projekte

Eigene Lösungen ent-
wickeln

Lösungen

'State of the art'-
Lösungen rezipieren

Selbständige Organisa-
tion der studentischen
Kleingruppen

Organisation

Gelenkte Projektarbeit

selbständige Recherche
und Aneigung von Theo-
rien und Methoden

Hilfsmittel

begleitende Tutorien und
Einführungen

Wesentlich: Die Einführung

- ein vierwöchiger Python-Kurs
- Beispiele und Aufgaben aus mathematischen Modellen im MINT-Bereich
- Gebrauch der Werkzeuge: Wiki, Cloud

Wesentlich: Die Einführung

- ein vierwöchiger Python-Kurs
- Beispiele und Aufgaben aus mathematischen Modellen im MINT-Bereich
- Gebrauch der Werkzeuge: Wiki, Cloud
- komplementär: freier Online-Python-Kurs (Codecademy)

Ein Beispiel aus der Einführung: Schall

- kleinteilig gegliederte Aufgaben
- weiterführende, offen gehaltene Aufgaben
- Nutzung von Programmierung zum Experimentieren

Ein Beispiel aus der Einführung: Schall

- Schall aufnehmen und abspielen
- Schall visualisieren und abspielen
- Schallausbreitung: Echo
- Was ist Rauschen?
- Fourier-Analyse (diskrete Fourier-Transformation)

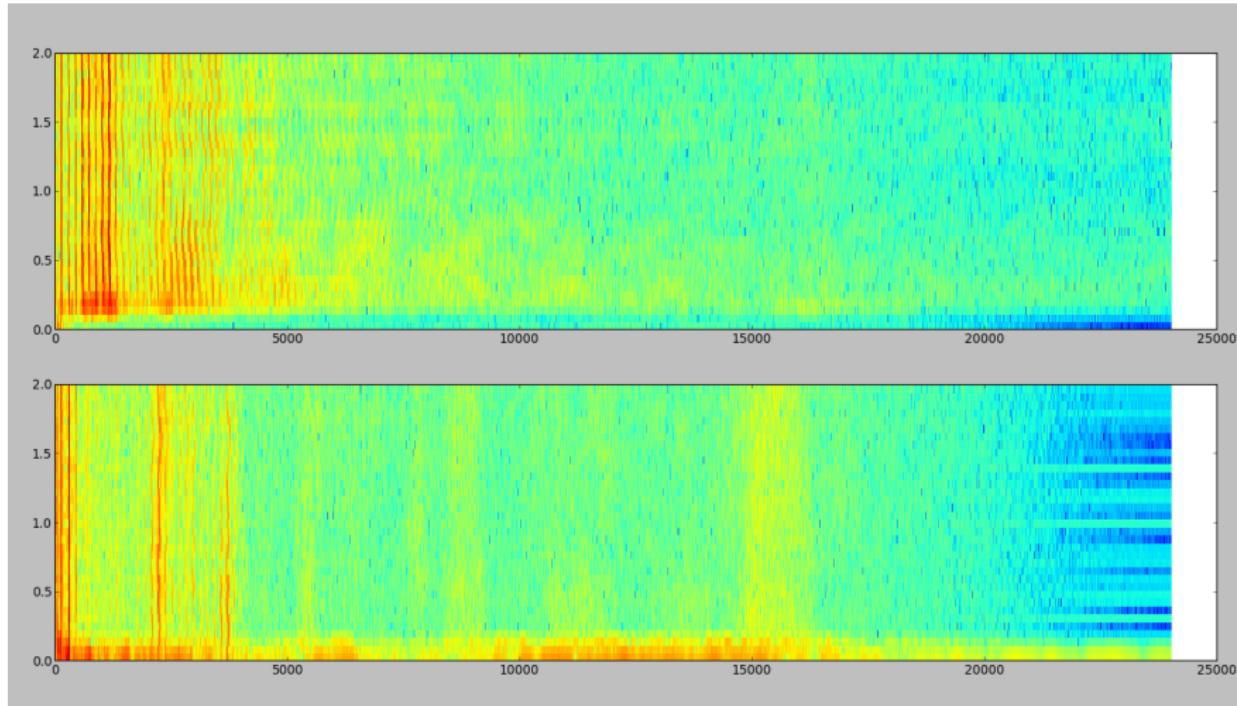
Ein Beispiel aus der Einführung: Schall

Beispiel: Schall

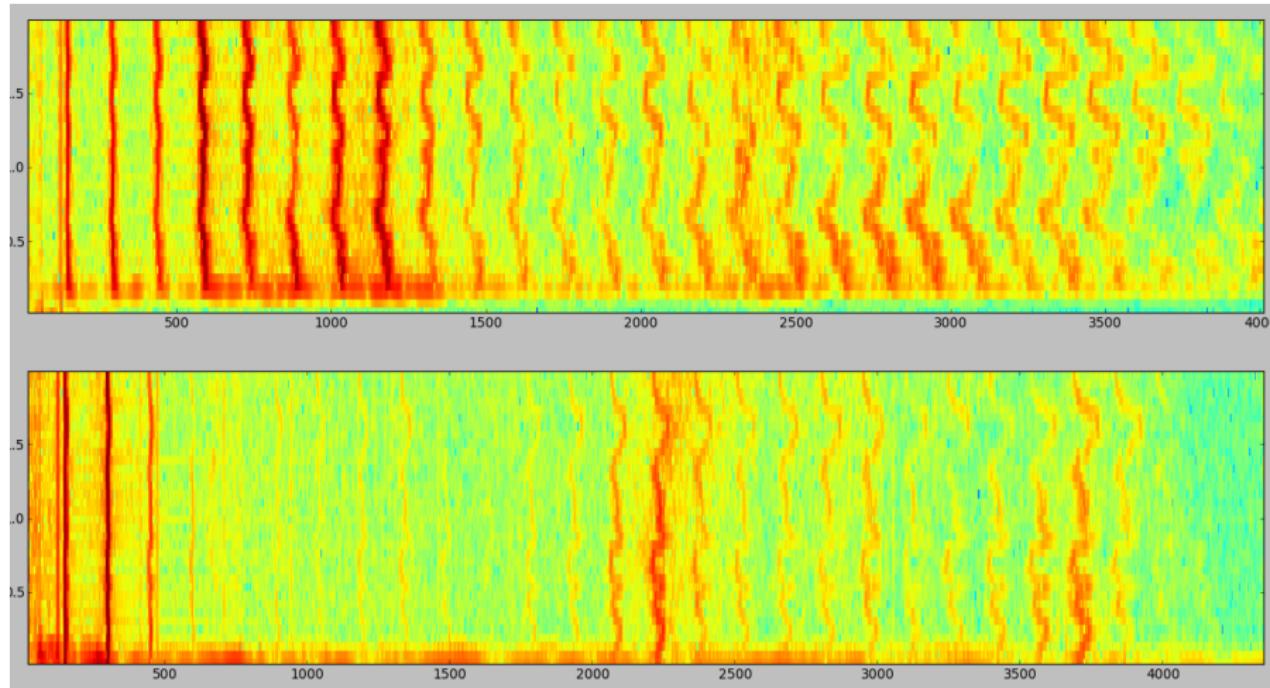
Dazu musste vorbereitet werden

- kleine Python-Programme
- Aufgabenliste
 - ① Klänge am visualisierten Signal unterscheiden
 - ② Klänge am visualisierten Spektrum unterscheiden
 - ③ ein Programm schreiben, das 'entrauscht'
 - ④ Programme als Echolot verwenden
- kleine Einführung in die Fourier-Analyse
- kleine Einführung in Fourier-Bibliotheken für Python

Was ist das **a**, was das **i**?



Was ist das a, was das i?



Themenwahl und Gruppenfindung

- gemeinsames Online-Dokument mit Ideen
- in der 'Wahlsitzung' stellen einzelne ihre Ideen vor

Themenwahl und Gruppenfindung

- gemeinsames Online-Dokument mit Ideen
- in der 'Wahlsitzung' stellen einzelne ihre Ideen vor
- problematisch: Teilnehmer/innen, die sich nicht entscheiden

Projektarbeit

- Planung in der Wiki ('Projektmanagement')
- Protokolle in der Wiki
- strukturierte Dokumentation
- eventuell schrift. Ausarbeitung
- Vorträge über Zwischenstand im Labor
- abschließender Vortrag über das Projekt (größeres Publikum)

Rollen des Dozenten dabei

- Prüfer
- Mitarbeiter
- Lehrender
- Projektmanager
- Moderator
- Mentor

Rollen des Dozenten dabei

- Prüfer
- Mitarbeiter
- Lehrender
- Projektmanager
- Moderator
- Mentor

Diese Rollen widersprechen sich teilweise.
Studentische Mitarbeiter wichtig.

Prüfung

Mathesis ist ein Modul mit 6 ECTS-Punkten.

Portfolioprüfung umfasst:

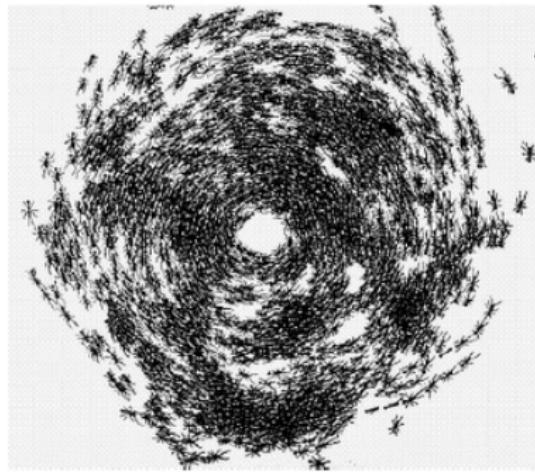
- Hausaufgaben während Programmierkurs
- Projektplanung
- Protokolle
- Projektdokumentation/-ausarbeitung
- Vorträge

Ressourcen

- existierendes Lego-Roboter-Labor Roberta
- Grundpraktikums-Experimente mit Bezug zu den Themen
- Laptops
- Materialien (Texte, Programme, Programm-Templates, Aufgaben)

Beispielprojekte

Beispiel 1: Ameisenkolonie simulieren



- Multiagentensimulation
- Beschreibung der Interaktionen
- Diffusion von Pheromonen

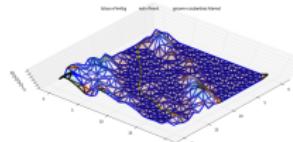
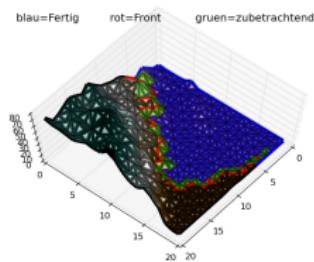
Beispielprojekte

Beispiel 2: Digitale Signale mit Schall übertragen

- Methoden aus der Signalverarbeitung
- besonders Fourieranalyse

Beispielprojekte

Beispiel 3: Kürzeste Wege auf polyedrischen Flächen



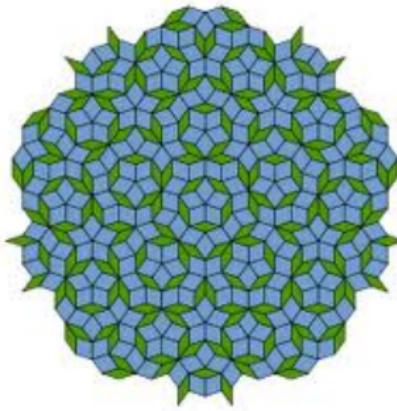
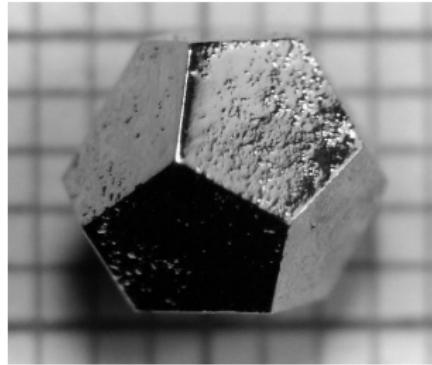
- polyedrische Fläche
- Strahlausbreitung
- ein kontinuierlicher Dijkstra-Algorithmus

Beispielprojekte

Beispiel 4: Gedichte erzeugen aus Markovmodellen

- n-gram-Modelle lernen aus Liedcorpora
- aus n-gram-Modellen ziehen
- Verwendung eines englischen Aussprachewörterbuchs zur Realisierung von Reimen

Ein weiterer Bestandteil des Labors: Kleine Probleme, Rätsel, Merkwürdigkeiten



Zwischenbilanz

Problematisches

- sehr großer Abstand zwischen den besten und den schlechtesten Projekten
- manche Kleingruppen funktionieren nicht
- Dokumentation oft mangelhaft
- Unterschiede in Vorkenntnissen bleiben wichtig
- hoher Betreuungsaufwand seitens des Dozenten

Erfreuliches

- viele überzeugende Projekte
- auch schwache Gruppen bekommen etwas hin
- Labor *hat* einen Einfluss auf Studienentscheidungen
- Studierende *verwenden* am Anfang des Studiums Mathematik
- Bewertung durch die Teilnehmer/innen positiv

Forschendes Lernen am Studienanfang

- möglich trotz Heterogenität des Schulwissens
- Erfahrung komplementär zu sonstigen Grundveranstaltungen
- Begegnung mit Aspekten der Fachkultur
- (begründete) Hoffnung: fördert später autonomes investigatives Verhalten
- dauerhafte Finanzierung ?